

# UJI LINEARITAS DETEKTOR POSISI TYPE IL5

## SEBAGAI ALAT DETEKSI SINYAL FOTOTERMAL \*)

oleh

SUNARTA

Jurusan Fisika FMIPA UGM

### INTISARI

Telah dilakukan penelitian kelinearan detektor posisi tipe IL5; satu dimensi;  $(1 \times 5) \text{ mm}^2$ ; Si Tek (1989) sebagai perangkat deteksi sinyal defecksi Foto termal.

Sumber cahaya He Ne (6328 Å); 0,5 mW digunakan sebagai berkas penembak dan sinyal keluaran dari detektor posisi diamati dengan osiloskop.

Diperoleh hasil bahwa sepanjang daerah aktif detektor mempunyai respon yang cukup sensitif terhadap posisi berkas yang ditembakkan pada permukaannya. Hubungan sinyal keluaran terhadap posisi berkas akan linier terdapat pada daerah sekitar 1,5 mm dari tepi daerah aktif detektor.

### I. PENDAHULUAN

Perkembangan Laser dewasa ini cukup pesat, khusus dalam aplikasi sebagai sumber cahaya yang sangat monokromatis.

Dalam bidang spektroskopi, sumber yang demikian sangat diperlukan karena disamping mempunyai tenaga yang cukup kuat juga kesederapan yang cukup mantap.

Pada spektroskopi defleksi foto termal, digunakan cahaya laser sebagai sumber pemompa tenaga dan juga sebagai berkas penguji (probe beam) (Fournier, 1980 dan Jackson, 1981). Permasalahan yang muncul pada sistem deteksi fototermal adalah diperlukan sebuah detektor yang sensitif terhadap posisi berkas cahaya yang datang padanya. Begitu pula diperlukan sifat yang linear terhadap simpangan berkas tersebut.

---

\*) dipresentasikan pada Seminar Jurusan Fisika FMIPA UGM pada tanggal 23 Nopember 1993.

Banyak jenis detektor yang sensitif terhadap posisi misalnya, model-model detektor posisi keluaran Si Tek Electro Optics I (1989), ada yang berdimensi linear, kubus, lingkaran, dsb. Namun dalam penggunaan sebagai detektor sinyal fototermal, jenis penampang linier merupakan jenis yang cocok.

Pada prinsipnya proses pendeteksian sinyal fototermal dilakukan dengan mengamati pergeseran berkas laser pada permukaan detektor, hal ini dilakukan dengan cara mengamati output detektor. Sehingga diperlukan adanya pengetesan hubungan sinyal output dengan posisi berkas.

Dari hasil pengujian detektor posisi diharapkan akan dapat diketahui :

1. Daerah linear detektor, sehingga dapat digunakan sebagai alat deteksi dengan baik.
2. Bagian mana yang paling sensitif terhadap perubahan posisi berkas yang datang pada detektor tersebut.

Dalam penulisan ini disajikan uraian singkat mengenai teori detektor posisi khususnya jenis linear satu dimensi. Penelitian ini difokuskan pada pengujian kelinearan detektor tersebut terhadap posisi berkas yang ditembakkan pada permukaannya. Hasilnya disajikan pada bab IV dalam bentuk grafik antara sinyal keluaran dengan posisi berkas.

## II. TEORI

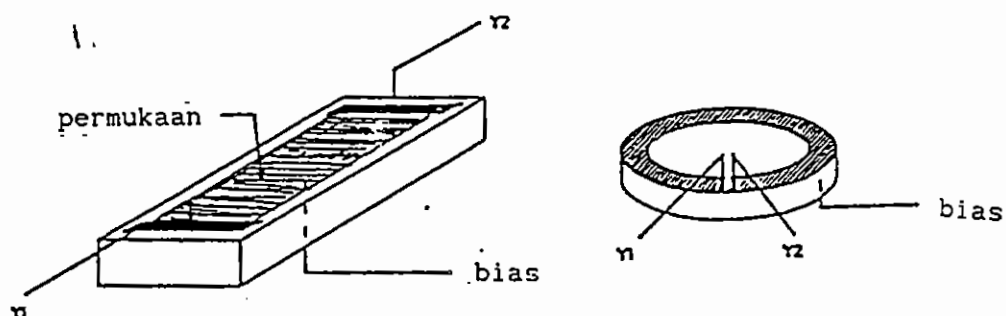
Nama yang lengkap dari jenis detektor posisi yang digunakan untuk mendeteksi sinyal fototermal adalah : *position sensitive detector* (PSD) yaitu sebuah detektor yang sensitif terhadap posisi berkas cahaya yang datang pada permukaan aktifnya. Detektor ini merupakan suatu peralatan fotoelektronik yang dapat merubah suatu berkas cahaya yang datang pada permukaan aktifnya menjadi suatu sinyal

listrik.

Beberapa keistimewaan dari detektor ini adalah (Sunarta, 1992):

1. mempunyai resolusi yang tinggi
2. Waktu tanggap yang cepat
3. Sifat linearitas yang baik untuk jangkau gelombang cahaya yang cukup lebar.
4. Untai operasi yang cukup sederhana

Sesuai dengan kebutuhannya, alat ini dapat dibedakan atas bentuk geometri permukaan aktifnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar-1 berikut :



Gambar-1. Jenis PSD satu dimensi berpenampang panjang dan lingkaran

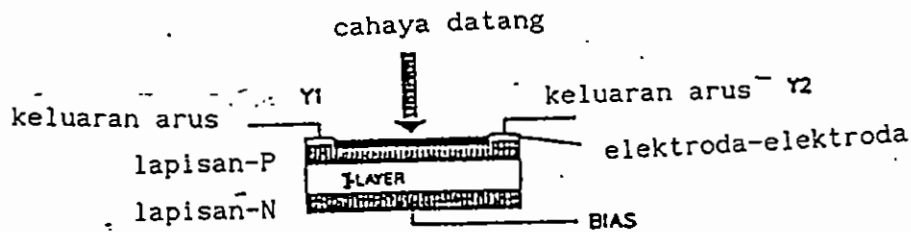
Dari beberapa jenis di atas pada dasarnya mempunyai prinsip kerja yang sama. PSD merupakan suatu jenis fotodiode lateral yang prinsip kerjanya seperti *solar cell*. Alat ini merupakan bahan semi konduktor tipe P dan N yang mana lapisan P dan N ini berlaku sebagai suatu resistor yang sangat homogen resistivitasnya dan sangat sensitif terhadap berkas cahaya.

#### 1. Struktur PSD Linear

Struktur dari alat ini terdiri atas 3 lapisan bahan semi konduktor yaitu tipe P, tipe N, dan tipe I yaitu lapisan yang berada antara tipe P dan tipe N. Bahan-bahan semikonduktor tersebut berupa bahan dari silikon.

Berkas cahaya yang datang pada permukaan aktif PSD diubah

menjadi sinyal listrik yang lewat pada elektrode-elektrode yang terpasang pada lapisan P. Elektrode-elektrode tersebut terbuat dari suatu bahan metal yang ditempelkan pada lapisan P tersebut.

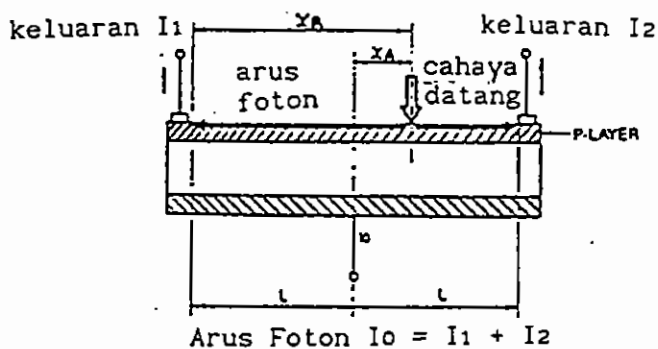


Gambar-2. Struktur PSD

## 2. Prinsip Kerja PSD Linear

Adapun prinsip kerja dari alat ini dapat dijelaskan secara kualitatif berdasarkan perubahan cahaya menjadi suatu gejala listrik. Pada saat bintik berkas cahaya jatuh pada permukaan aktif PSD, maka energi yang dibawa oleh cahaya tersebut dapat menghasilkan muatan listrik pada lapisan P. Muatan-muatan tersebut bergerak disepanjang permukaan lapisan P, dan akhirnya terkonsentrasi pada elektrode-elektrode yang terpasang pada lapisan P tersebut. Karena lapisan P merupakan suatu tahanan yang sangat homogen maka arus foton yang terjadi akan berbanding terbalik dengan jarak antara posisi jatuhnya berkas cahaya pada permukaan aktif PSD dan letak elektrode yang bersangkutan. Hal ini sangat dimungkinkan untuk dapat menuliskan suatu formula yang menghubungkan antara besar arus foton yang terjadi pada lapisan P dengan panjang lapisan P yang dilalui muatan foton tersebut.

Andaikan suatu berkas laser menyinari permukaan PSD di suatu titik berjarak  $X_A$  dari pusat atau  $X_0$  dari salah satu ujung PSD (Gambar-3). Misalkan arus foton yang lewat masing-masing elektrode adalah  $I_1$  dan  $I_2$ , sedang arus total yang lewat kedua elektrode tersebut adalah  $I_0$  dan jarak antara kedua elektrode tersebut adalah  $2L$ .# Bila diambil titik pusat PSD sebagai titik referensi, maka diperoleh hubungan :



Gambar-3. Posisi jatuhnya berkas dan arus foton yang ditimbulkan

$$I_1 = I_0 \left( \frac{L - x_A}{2L} \right) \quad (1)$$

$$I_2 = I_0 \left( \frac{L + x_B}{2L} \right) \quad (2)$$

$$\frac{I_2 - I_1}{I_1 + I_2} = \frac{x_A}{L} \quad (3)$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{L - x_A}{L + x_A} \quad (4)$$

Bila diambil titik ujung PSD sebagai titik referensi, maka diperoleh hubungan :

$$I_1 = I_0 \left( \frac{2L - x_B}{2L} \right) \quad (5)$$

$$I_2 = I_0 \left( \frac{x_B}{2L} \right) \quad (6)$$

$$\frac{I_2 - I_1}{I_1 + I_2} = \frac{x_B - L}{L} \quad (7)$$

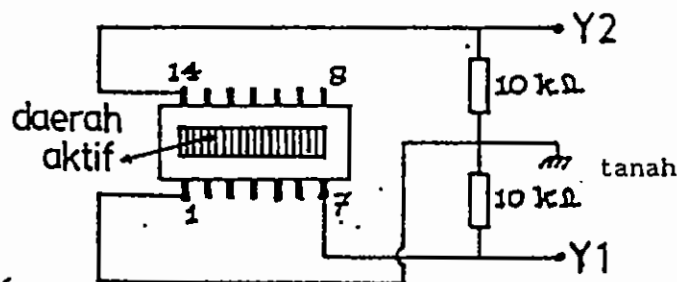
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{2L - x_B}{x_B} \quad (8)$$

Dengan memperoleh nilai perbedaan  $I_1$  dan  $I_2$  atau nilai perbandingan antara  $I_1$  dan  $I_2$ , dapat ditentukan posisi jatuhnya berkas cahaya pada permukaan detektor dari titik referensi. Hal ini dapat dilakukan dengan tanpa memperhitungkan energi berkas cahaya yang datang padanya.

### III. JALAN PENELITIAN

#### 1. Perakitan Detektor Posisi IL5 Linear

Detektor PSD model IL5 merupakan piranti fotoelektronik yang sangat sensitif terhadap berkas cahaya yang datang pada permukaan aktifnya. (Si Tek Electro Optics I, 1989), sehingga cocok untuk detektor sinyal fototermal. Wujud fis tersebut berupa IC dengan jumlah kaki 14. Apabila alat tersebut dipergunakan sebagai alat deteksi posisi berkas maka masih diperlukan suatu untai eksternal berupa tahanan 10 K yang dirangkai seperti Gambar-4 berikut:



Gambar-4

Apabila berkas laser jatuh pada permukaan aktif detektor, akan muncul sinyal output pada Y1 dan Y2. Sinyal ini dapat dimonitor

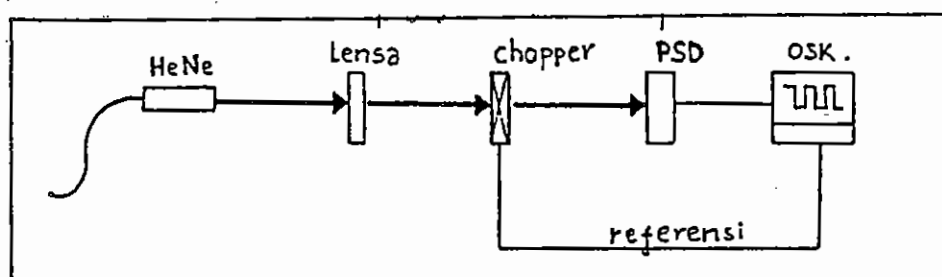
dengan osiloskop. Sinyal Y1 dan Y2 merupakan komplemen, yang berarti jumlah keduanya selalu tetap. Hubungan antara posisi jatuhnya berkas (x) pada permukaan aktif sepanjang (L) dengan amplitudo sinyal output detektor (Y1 dan Y2) diberikan oleh (Si Tek E.O. 1989)

$$x = \frac{(Y_2 - Y_1) L}{(Y_2 + Y_1) 2}$$

Nilai x dapat berharga positif atau negatif tergantung pada posisi jatuhnya berkas cahaya terletak disebelah kanan atau kiri dari pusat detektor (0).

## 2. Sistem Peralatan

Skema susunan alat pengujian PSD ditunjukkan di dalam Gambar-5.



Gambar-5. Susunan alat pengujian detektor Posisi

Laser He-Ne : digunakan model 156 Spektra Physics, USA dengan daya rata-rata 0,5 mW dan panjang gelombang sekitar 6328 Å . Fungsi dari alat ini sebagai sumber cahaya yang menghasilkan berkas cahaya yang ditangkap pada permukaan aktif detektor.

Lensa-lensa : Untuk memfokuskan berkas cahaya agar diperoleh bintik

yang cukup kecil sehingga dapat masuk dengan baik pada permukaan aktif detektor posisi.

Chopper : Sebagai alat untuk memodulasi berkas cahaya agar menjadi berkas yang frekuensinya variabel sehingga bentuk sinyalnya dapat terdeteksi pada daerah frekuensi osiloskop.

PSD (POSITION SENSITIVE DETECTOR)

Model IL5 linear, luas permukaan aktifnya  $(5 \times 1) \text{ mm}^2$ ; Si Tek Electro Optics I (1989).

Osiloskop : digunakan sebagai alat penampil sinyal yang dikeluarkan oleh detektor. Karena jumlah keluaran detektor ada dua maka diperlukan Osiloskop yang mempunyai chanel input ganda (double).

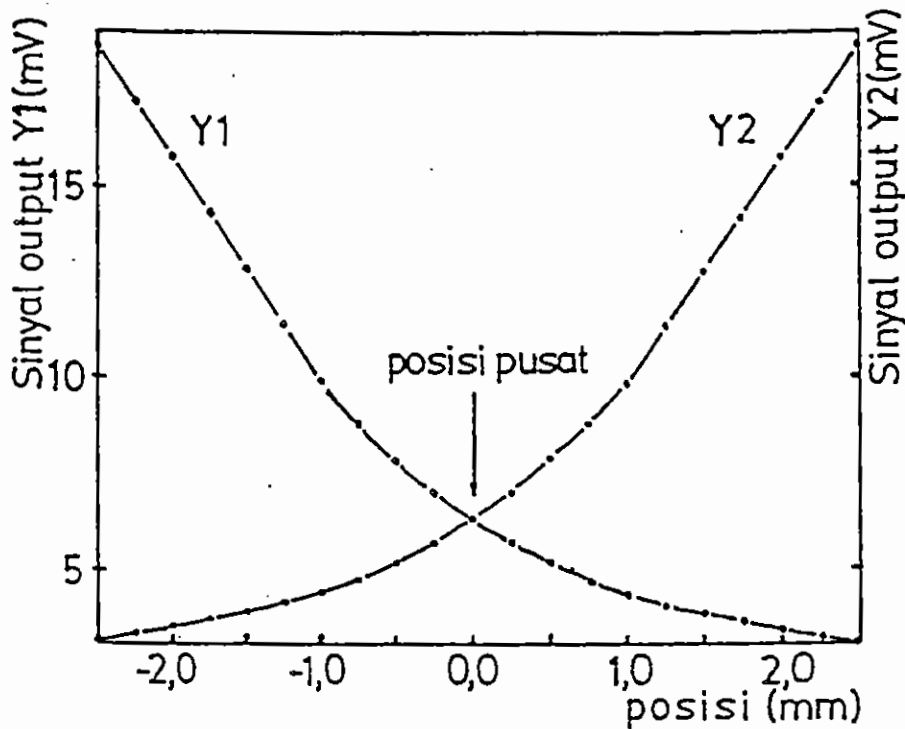
3. PROSEDUR PENELITIAN :

1. Laser He-Ne ditembakkan pada permukaan aktif detektor posisi (PSD = Position Sensitive Detector), tepat pada titik fokus lensa yang berada antara laser dan psd.
2. Karena berkas laser He-Ne merupakan berkas yang kontinyu maka diperlukanchopper dengan frekuensi dapat diatur.
3. Sinyal dari chopper tersebut dimasukkan ke Osiloskop sebagai sinyal trigger.
4. Output detektor diamati dengan Osiloskop.
5. PSD, Laser He-Ne, Lensa dan chopper ditempatkan pada rel optik yang dilengkapi mikrometer geser sehingga dapat diatur posisinya dengan baik.
6. Output detektor tersebut diamati sebagai fungsi dari posisi berkas laser yang jatuh pada permukaan aktif PSD tersebut.
7. Hasil data yang diperoleh berupa grafik hubungan antara posisi berkas dan output detektor.
8. Dari grafik inilah dapat ditentukan daerah linear dari detektor, dan daerah yang paling sensitif terhadap perubahan posis berkas.



#### IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ditunjukkan oleh grafik pengamatan sinyal keluaran detektor terhadap posisi berkas laser He-Ne yang jatuh pada permukaan aktifnya (Gambar-6).



Gambar-6. Pengamatan sinyal output PSD terhadap posisi berkas laser He-Ne

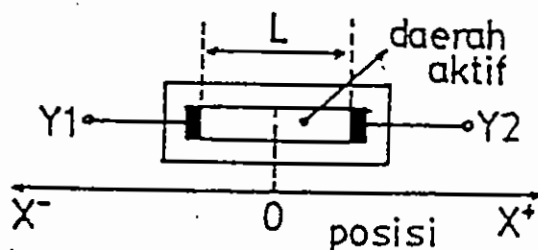
Dapat ditunjukkan dari grafik tersebut bahwa keluaran detektor posisi IL5 mempunyai hubungan yang dituliskan sebagai :

$$x = \frac{(Y_2 - Y_1) L}{(Y_2 + Y_1) 2}$$

X = jarak berkas terhadap titik pusat detektor

L = panjang daerah aktif detektor

Y1 dan Y2 masing-masing amplitudo sinyal keluaran detektor.



Gambar-7. Tampang lintang detektor posisi IL5

Terlihat bahwa daerah linear terdapat pada sekitar 1,5 mm dari tepi permukaan aktif detektor. Hal itu berlaku baik untuk keluaran 1 dan 2.

Karena dalam hal penggunaannya dalam deteksi sinyal Fotothermal cukup diperlukan salah satu keluaran saja, maka dapat dipilih posisi sekitar 1,5 mm dari tepi kiri permukaan aktif untuk keluaran 1 dan dari tepi kanan untuk keluaran 2.

#### V. KESIMPULAN

1. Detektor posisi Model IL5 linier Si Tek Elektro Optics (1989) dapat digunakan sebagai alat deteksi sinyal Fotothermal dengan baik dengan sensitivitas sekitar 9 mV/mm.
2. Daerah linear terdapat pada sekitar 1,5 mm dari tepi daerah aktif.
3. Untuk mendapatkan sinyal output yang baik perlu alat bantu berupa lensa pemfokus berkas sehingga ukuran bintik berkas menjadi cukup baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

Fournier, D & Boccara, AC., 1980, "Sensitive in Situ Trace Gas Detection by Photothermal Deflektion Spectroscopy".

Jackson, et all., 1981., "Photothermal Deflection Spectroscopy and Detection"., Applied Optics., Vol. 20 No.8. page 1333-1344.

Si Tek Elektro Optics., 1989., "Operating Principles of position Sensing Detector"., Si Tek Electro Optics I, page 3003, page 14-44.

Sunarta., 1992., "Sistem Spektroskopi Defleksi Fotothermal untuk Pelacakan Gas Etilen"., Tesis S2 Fisika FPS UGM, Yogyakarta.